

## Blocking valve for controlling servo pressure for diesel engine fuel injection system

**Patent number:** DE19908420

**Publication date:** 2000-05-25

**Inventor:** RIZK REDA (DE)

**Applicant:** SIEMENS AG (DE)

**Classification:**

- international: F02M63/00; F02M47/02; F02M59/36; F02M51/00;  
F02M51/04; F02M51/06

- european: F02M59/10C; F02M59/46E

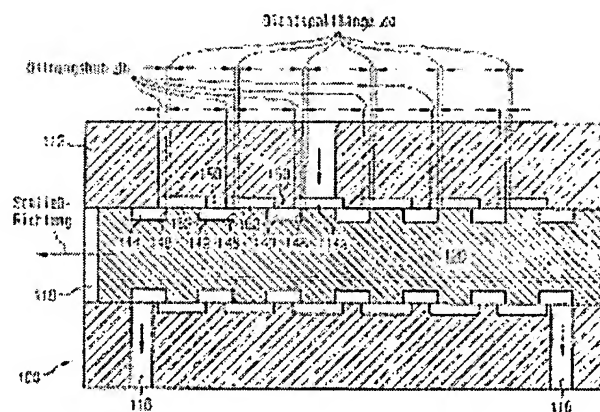
**Application number:** DE19991008420 19990226

**Priority number(s):** DE19991008420 19990226

**Report a data error here**

### Abstract of DE19908420

The valve has a housing (112) with a valve chamber (118) with input (114) and output (116) openings, a grooved movable valve slider (120) and grooves in the wall of the valve chamber. In the open state the valve makes a connection between the input and output openings. In the closed state the fluid connection is blocked by the bridges between the grooves (140, 142, 144, 114a, 160, 162). A number of successive pairs of grooves greater than or equal to two is arranged between the input and output openings in the axial direction of the chamber and valve slider. The control valve is an electromagnetically controlled valve with two spatially separate magnetic coils which can exert a magnetic force on the valve slider.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USE)

1802078/W01



①9 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 08 420 A 1**

⑲ Aktenzeichen: 199 08 420.3  
⑳ Anmeldetag: 26. 2. 1999  
㉑ Offenlegungstag: 25. 5. 2000

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 02 M 63/00**  
F 02 M 47/02  
F 02 M 59/36  
F 02 M 51/00  
F 02 M 51/04  
F 02 M 51/06

**DE 199 08 420 A 1**

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

⑦① Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:  
Rizk, Reda, 93059 Regensburg, DE

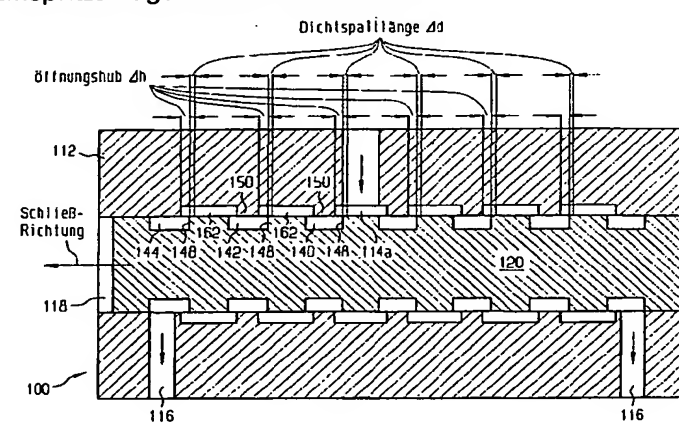
⑥⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 35 29 576 A1  
US 56 40 987  
US 54 60 329

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Steuerventil zur Steuerung des Servodruckes für die Einspritzanlage eines Dieselmotors**

⑤⑦ Das Steuerventil zur Steuerung des Servodruckes für die Einspritzanlage eines Dieselmotors mit einem Kraftstoffinjektor mit einem Druckverstärker umfaßt ein Steuerventil (100) mit einer Ventilkammer (118) mit einem beweglichen Ventilschieber (120). Im Ventilschieber (120) und in der Wand der Ventilkammer (118) sind axial aufeinanderfolgend mehrere Paare von Nuten (114a, 140; 160, 142; 162, 144) vorgesehen, die im Offenzustand des Steuerventils (100) eine Verbindung zwischen einer Zugangsöffnung (114) und einer Abgangsöffnung (116) herstellen und diese Verbindung im Schließzustand blockieren.



**DE 199 08 420 A 1**

Die Erfindung betrifft ein Steuerventil zur Steuerung des Servodruckes für die Einspritzanlage eines Dieselmotors gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Eine solche Anordnung ist aus der US-PS 5 640 987 bekannt.

Der Dieselmotor mit Direkteinspritzung ist die Verbrennungskraftmaschine mit dem höchsten thermodynamischen Wirkungsgrad. Hinsichtlich der Kraftstoffeinspritzung sind für verschiedene Motoren unterschiedliche Technologien im Einsatz. Besonders im NKW-Bereich haben sich Systeme mit Druckübersetzung zur Erzeugung von höheren Drücken durchgesetzt. Ein Beispiel für einen Kraftstoffinjektor mit Druckübersetzung ist in der US-PS 5 460 329 (Sturman) beschrieben. Dabei gelangt der Kraftstoff über ein als Schieberventil ausgestaltetes elektromagnetisches Steuerventil zu einem Druckverstärker im Injektor. Über die elektromagnetische Ansteuerung des Steuerventils wird zu festgelegten Zeiten bzw. Kurbelwinkeln der Kraftstoff vom Druckverstärker unter hohen Druck gesetzt. Der unter hohen Druck gesetzte Kraftstoff bewirkt dann auf die herkömmliche Art, daß die Ventildadel des Injektors von ihrem Sitz abhebt und den Weg für den Kraftstoff zu der Einspritzdüse des Injektors freigibt und der Kraftstoff in den Brennraum des Dieselmotors eingespritzt wird.

Das Steuerventil weist im Bereich der beiden axialen Enden des Ventilschiebers je einen Elektromagneten auf, um hin- und hergeschaltet werden zu können, ohne daß elastische Rückstellelemente erforderlich sind. Um das Steuerventil in einer definierten Stellung zu halten, muß jedoch immer einer der beiden Magneten mit Strom beaufschlagt bleiben, auch nachdem die gewünschte Stellung erreicht ist.

Deshalb hat Sturman das elektromagnetische Steuerventil so weiterentwickelt, wie es in der eingangs genannten US-PS 5 640 987 beschrieben ist. Bei dieser Ausgestaltung bestehen der Ventilschieber und das Gehäuse des Steuerventils aus geeigneten magnetischen Materialien, damit der Ventilschieber auch ohne Strom aufgrund der Hysterese des magnetischen Materials des Schiebers und des Gehäuses in der jeweiligen Endstellung bleibt. Zum Umschalten braucht nur noch eine der beiden Magnetspulen kurz mit Strom beaufschlagt zu werden; nach dem erfolgten Umschalten kann der Strom dann abgeschaltet werden. Diese Art eines Steuerventils wird wegen seines bistabilen Verhaltens digitales Ventil genannt. Das Ventil kann als 2-, 3- oder 4-Wege-Ventil ausgeführt werden.

Die Ansprechzeit des Steuerventils soll möglichst kurz sein, um auch kleinste Einspritzmengen genau dosieren zu können. Für die Ansprechzeit ist die Verfahrzeit des Steuerventils von Bedeutung, das heißt die Zeit, die der Ventilschieber des Steuerventils braucht, um von der Offen- in die Geschlossenstellung und umgekehrt zu gelangen. Die Verfahrzeit ist direkt vom Hub des Ventilschiebers abhängig. Der Hub des Ventilschiebers setzt sich aus einer Dichtspalllänge und einem Öffnungshub zusammen. Der Öffnungshub ist der Abstand zwischen den seitlichen Begrenzungen von Ringnuten im Ventilgehäuse und im Ventilschieber, durch die im Offenzustand des Ventils das hydraulische Fluid strömt. Die Dichtspalllänge entspricht dem Grad der Überdeckung der gegenüberliegenden Stege zwischen den Ringnuten im Schließzustand des Ventils.

Um den Gesamthub so klein wie möglich zu halten, begnügt man sich in der Praxis bei den genannten Steuerventilen bisher mit einer Dichtspalllänge, die der erforderlichen Dichtfunktion nicht voll gerecht wird. Verhältnismäßig hohe Leckströme sind die Folge. Damit der Leckstrom keine unerwünschten hydraulischen Auswirkungen hat, sind konstruktiv besondere Maßnahmen zu treffen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, das eingangs genannte Steuerventil so auszugestalten, daß die Dichtfunktion erhöht ist, ohne daß sich die Ansprechzeit verschlechtert.

5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Maßnahmen gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angeführt.

Die obige Aufgabe wird demnach erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß bei dem Steuerventil, das ein Gehäuse mit einer Ventilkammer mit einer Zugangsöffnung und wenigstens einer Abgangsöffnung und mit einem beweglichen Ventilschieber sowie Nuten im Ventilschieber und in der Wand der Ventilkammer umfaßt, die im Offenzustand des Steuerventils eine Fluidverbindung zwischen Zugangsöffnung und Abgangsöffnung schaffen, während die Fluidverbindung im Schließzustand des Steuerventils durch die Stege zwischen den Nuten blockiert ist, zwischen der Zugangsöffnung und der Abgangsöffnung in Axialrichtung der Ventilkammer und des Ventilschiebers eine Anzahl von aufeinanderfolgenden Paaren von Nuten vorgesehen ist.

Die Anzahl von aufeinanderfolgenden Paaren von Nuten dann im einfachsten Fall gleich zwei sein; vorzugsweise ist sie jedoch gleich zwei oder größer.

25 Die erfindungsgemäße Anordnung hat den Vorteil, daß sich bei einem unveränderten Gesamthub des Ventilschiebers die Dichtspalllänge um ein Mehrfaches vergrößert. Damit wird ein Leckstrom zwischen Zugangsöffnung und Abgangsöffnung zuverlässig verhindert, und es können sich keine unerwünschten hydraulischen Drücke aufbauen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 den Schnitt durch ein bekanntes Steuerventil, und  
Fig. 2 den Schnitt durch das erfindungsgemäße Steuerventil.

Die Fig. 1 der Zeichnung zeigt schematisch eine Schnittansicht des aus der US-PS 5 640 987 bekannten Steuerventils. Ein solches Steuerventil wird dazu verwendet, den Fluß eines Fluids (im allgemeinen Kraftstoff) zum Druckverstärker eines Kraftstoffinjektors zeitlich zu steuern, um dadurch den Druck in einer Druckkammer im Injektor zu erhöhen, aus der der Kraftstoff dann über die Einspritzdüse in die Brennkammer des Verbrennungsmotors eingespritzt wird.

Das in der Fig. 1 der Zeichnung gezeigte Steuerventil 10 weist ein Gehäuse 12 mit einer Zugangsöffnung 14 und einer Abgangsöffnung 16 sowie einer Ventilkammer 18 auf. Die Öffnungen 14, 16 münden in Ringnuten 14a, 16a, die in der Wand der Ventilkammer 18 im Gehäuse 12 ausgebildet sind. Über die Zugangsöffnung 14 wird der Kraftstoff von einem Kraftstoffspeicher zugeführt. Die Abgangsöffnung 16 stellt die Verbindung zum Druckverstärker des Injektors her.

In die Ventilkammer 18 ist axial beweglich ein Ventilschieber 20 mit einer zentralen, umlaufenden Nut 22 eingesetzt. Der Ventilschieber 20 kann sich zwischen einer linken Endstellung, die in der Fig. 1 dargestellt ist, und einer rechten Endstellung (nicht gezeigt) hin und her bewegen. Um eine Dämpfung der Bewegung des Ventilschiebers 20 zu verhindern, weist das Gehäuse 12 eine erste Leckageöffnung 17 und eine zweite Leckageöffnung 19 auf, die jeweils in einer Stirnseite der Ventilkammer 18 enden und drucklos gehalten werden.

Die Nut 22 liegt den beiden Ringnuten 14a, 16a in der Wand der Ventilkammer 18 weiterhin derart gegenüber, daß die von der seitlichen Begrenzung der Nut 22 gebildete Steuerkante 24 in der linken Endstellung des Ventilschiebers 20 im Bereich des Steges zwischen den Ringnuten 14a, 16a an der Wand der Ventilkammer 18 anliegt und dadurch die

Fluidverbindung zwischen den Öffnungen 14, 16 blockiert. In der anderen, rechten Endstellung des Ventilschiebers 20 befindet sich die Steuerkante 24 des Ventilschiebers 20 demgegenüber axial verschoben innerhalb des Bereiches der Ringnut 16a, so daß von der Zugangsöffnung 14 über die Ringnut 14a, die Nut 22 im Ventilschieber 20 und die Ringnut 16a eine Fluidverbindung besteht. Die in der Zeichnung linke Endstellung des Ventilschiebers 20 ist somit die Schließstellung und die rechte Endstellung des Ventilschiebers 20 die Offenstellung des Steuerventils 10.

Das Steuerventil 10 umfaßt des weiteren eine erste Magnetspule 30 und eine davon räumlich getrennte zweite Magnetspule 32. Das heißt, daß im Bereich der beiden axialen Enden des Ventilschiebers 20 im Gehäuse 12 des Steuerventils 10 je eine Magnetspule 30, 32 zur Erzeugung magnetischer Kräfte für eine Bewegung des Ventilschiebers 20 vorgesehen ist. Die erste Magnetspule 30 ist in der Darstellung der Fig. 1 der Zeichnung an der rechten Seite der Ventilkammer 18 angeordnet und kann den Ventilschieber 20 in die rechte Endstellung (die Offenstellung) bewegen, während die zweite Magnetspule 32 an der linken Seite der Ventilkammer 18 angebracht und dafür vorgesehen ist, den Ventilschieber 20 in die linke Endstellung (die Schließstellung) zu bringen. Die Zuleitungen 34 zu den Magnetspulen 30, 32 sind mit einer elektrischen Steuerschaltung (nicht gezeigt) verbunden.

Um das Steuerventil 10 zu öffnen, damit ein Fluid von der Zugangsöffnung 14 zur Abgangsöffnung 16 und damit vom Speicher zum Druckverstärker im Kraftstoffinjektor fließen kann, wird die erste Magnetspule 30 von der elektrischen Steuerschaltung mit einem Steuerstrom beaufschlagt. Nachdem der Ventilschieber 20 aufgrund der dadurch auf ihn einwirkenden magnetischen Kraft die rechte Endstellung erreicht hat, wird der Strom für die erste Magnetspule 30 wieder abgeschaltet. Der Ventilschieber 20 und das Gehäuse 12 des Steuerventils 10 bestehen aus geeigneten magnetischen Materialien, so daß der Ventilschieber 20 auch ohne Strom in der ersten Magnetspule 30 aufgrund der magnetischen Hysterese in der rechten Endstellung, der Offenstellung, bleibt. Das Steuerventil stellt damit ein digital arbeitendes Schaltventil mit bistabilem Schaltverhalten dar.

Das Steuerventil 10 wird wieder dadurch geschlossen, daß die zweite Magnetspule 32 für eine bestimmte Zeit mit einem Steuerstrom beaufschlagt wird, so daß auf den Ventilschieber 20 eine magnetische Kraft wirkt, die ihn in die linke Geschlossenstellung bringt.

Bei diesem bekannten Steuerventil erfolgt die Abdichtung im geschlossenen Zustand über die geringe Überdeckung der Steuerkante 24 des Ventilschiebers 20 mit dem gegenüberliegenden Steg zwischen den Ringnuten 14a, 16a in der Wand der Ventilkammer 18. Die sich daraus ergebende sogenannte Dichtspaltlänge reicht nicht aus, den Kraftstofffluß vollständig zu unterbinden. Ein hoher Leckstrom ist die Folge, der seinerseits zu einem unerwünschten Druckaufbau im Steuerventil und im Kraftstoffinjektor führen kann.

In der Fig. 2 der Zeichnung ist ein modifiziertes, erfindungsgemäßes Steuerventil 100 in einer vergrößerten Teilschnittansicht dargestellt. Wie in der der Fig. 2 gezeigt, weist auch das Gehäuse 112 des Steuerventils 100 eine Zugangsöffnung 114 und eine oder mehrere Abgangsöffnungen 116 auf, durch die der Kraftstoff in die Ventilkammer 118 mit dem beweglichen Ventilschieber 120 gelangt bzw. aus der oder aus denen er bei geöffnetem Ventil zum Druckverstärker des Injektors fließen kann.

Die gezeigte Ausführungsform des Steuerventils 100 meist zwei Abgangsöffnungen 116 auf, die symmetrisch zur Zugangsöffnung 114 angeordnet sind. Für die Funktion des modifizierten Steuerventils 100 hat jedoch die Anzahl und

die Anordnung der Zu- und der Abgangsöffnungen keine Bedeutung; insbesondere ist auch die Anordnung je einer Zu- und einer Abgangsöffnung wie in der Fig. 1 gezeigt möglich.

Die Zugangsöffnung 114 mündet in eine Ringnut 114a in der Wand der Ventilkammer 118. Die Abgangsöffnungen 116 münden in der gezeigten Ausführungsform direkt in die Ventilkammer 118. Die Abgangsöffnungen 116 können jedoch auch in entsprechenden Ringnuten in der Wand der Ventilkammer 118 enden.

Der Ringnut 114a in der Wand der Ventilkammer 118 liegt jeweils in Richtung zur Abgangsöffnung 116 axial versetzt eine Ringnut 140 im Ventilschieber 120 gegenüber. Die Ringnut 114a und die Ringnut 140 bilden ein erstes Paar von Nuten.

An die Ringnut 140 im Ventilschieber 120 schließt sich wiederum in Axialrichtung versetzt eine zweite Ringnut 160 in der Wand der Ventilkammer 118 an, der eine weitere Ringnut 142 im Ventilschieber 120 gegenüberliegt. Die Ringnut 160 und die Ringnut 142 bilden ein zweites Paar von Nuten zwischen der Zugangsöffnung 114 und der Abgangsöffnung 116.

An die Ringnut 142 im Ventilschieber 120 schließt sich dann noch in Axialrichtung versetzt eine dritte Ringnut 162 in der Wand der Ventilkammer 118 an, der eine Ringnut 144 im Ventilschieber 120 gegenüberliegt. Die Ringnut 162 und die Ringnut 144 bilden ein drittes Paar von Nuten zwischen der Zugangsöffnung 114 und der Abgangsöffnung 116.

Die Ringnut 144 schließlich liegt der Abgangsöffnung 116 gegenüber.

Wie im rechten Teil der Fig. 2 gezeigt, können auch mehr als zwei Paare von Nuten zwischen der Zugangsöffnung 114 und der Abgangsöffnung 116 liegen.

Bei dem modifizierten Steuerventil 100 sind somit sowohl der Ventilschieber 120 wie auch die Ventilkammer 118 im Gehäuse 112 mit mehreren umlaufenden Nuten 140, 142, 144 bzw. 114a, 160, 162 versehen, die in Axialrichtung der Ventilkammer 118 und des Ventilschiebers 120 zwischen der Zugangsöffnung 114 und der Abgangsöffnung 116 aufeinanderfolgen. Die einzelnen Nuten 140, 142, 144 im Ventilschieber 120 und die Nuten 114a, 160, 162 in der Wand der Ventilkammer 118 sind jeweils durch Stege voneinander getrennt. Jeder der Nuten 140, 142, 144 im Ventilschieber 120 liegt nun eine der Nuten 114a, 160, 162 in der Wand der Ventilkammer 118 bzw. im Gehäuse 112 derart gegenüber, daß die Steuerkante 148 jeder der Nuten 140, 142, 144 im Ventilschieber 120 im geschlossenen Zustand des Steuerventils 100 den jeweiligen Steg 150 an der Wand der Ventilkammer 118 zwischen den Nuten 114a, 160, 162 darin mit einer Dichtspaltlänge  $\Delta d$  (das heißt einem Abstand  $\Delta d$  zur seitlichen Begrenzung der entsprechenden Nut 114a, 160, 162) überdeckt und bei offenem Zustand des Steuerventils 100 den Weg des Fluids (des Kraftstoffs) mit einem Öffnungshub  $\Delta h$  freigibt.

Die Dichtspaltlänge  $\Delta d$  und der Öffnungshub  $\Delta h$  an jedem Paar von Nuten 114a, 140 usw. sind so bemessen, daß der Gesamt-Verfahrweg des Ventilschiebers 120 beim Öffnen und Schließen des Ventils 100 im wesentlichen gleich dem Verfahrweg des Ventilschiebers 20 beim herkömmlichen Steuerventil 10 ist. Der äußere Aufbau des Steuerventils 10 bzw. 100 ändert sich daher nicht.

Da jedoch beim modifizierten Steuerventil 100 zwischen Zugangsöffnung 114 und Abgangsöffnung 116 mehrere Paare von Nuten 114a, 140 usw. aufeinanderfolgen, die das Fluid zu passieren hat, bevor es die Ventilkammer 118 in Richtung zum Druckverstärker des Injektors verlassen kann, addieren sich die einzelnen Dichtspaltlängen  $\Delta d$  an jedem Nutenpaar zu einer Gesamt-Dichtspaltlänge  $N\Delta d$ , ohne daß

sich der Hub des Ventilschiebers 120 verändert, wobei N die Anzahl der zwischen Zugangsöffnung 112 und Abgangsöffnung 114 liegenden Nutenpaare 114a, 140 usw. ist mit  $N \geq 2$ .

Gegenüber dem herkömmlichen Steuerventil 10 ist bei dem erfindungsgemäßen Steuerventil 100 somit die effektive Dichtspaltlänge um einen Faktor  $N \geq 2$  vergrößert. Der Leckfluß verringert sich im gleichen Ausmaß, ohne daß sich das Ansprechverhalten des Steuerventils 100 nachteilig verändert. Insbesondere wird das Steuerventil 100 dadurch nicht langsamer; und die minimal regelbare Einspritzmenge ist nicht verringert.

#### Patentansprüche

1. Steuerventil zur Steuerung des Servodruckes für die Einspritzanlage eines Dieselmotors mit einem Kraftstoffinjektor mit einem Druckverstärker, dem das Steuerventil (100) vorgeschaltet ist, wobei das Steuerventil (100) ein Gehäuse (112) mit einer Ventilkammer (118) mit einer Zugangsöffnung (114) und wenigstens einer Abgangsöffnung (116) und mit einem beweglichen Ventilschieber (120) sowie Nuten (140, 142, 144; 114a, 160, 162) im Ventilschieber (120) und in der Wand der Ventilkammer (118) umfaßt, die im Offenzustand des Steuerventils (100) eine Fluidverbindung zwischen Zugangsöffnung (114) und Abgangsöffnung (116) schaffen, während die Fluidverbindung im Schließzustand des Steuerventils (100) durch die Stege (150) zwischen den Nuten (140, 142, 144, 114a, 160, 162) blockiert ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen Zugangsöffnung (114) und Abgangsöffnung (116) in Axialrichtung der Ventilkammer (118) und des Ventilschiebers (120) eine Anzahl N von aufeinanderfolgenden Paaren von Nuten (114a, 140; 160, 142; 162, 144) mit  $N \geq 2$  vorgesehen ist.
2. Steuerventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl N von aufeinanderfolgenden Paaren von Nuten (114a, 140; 160, 142; 162, 144) größer oder gleich zwei ist.
3. Steuerventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerventil (100) ein elektromagnetisch gesteuertes Steuerventil mit zwei räumlich getrennten Magnetspulen (30, 32) ist, die eine magnetische Kraft auf den Ventilschieber (120) ausüben können.
4. Steuerventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerventil (100) ein digitales Ventil mit bistabilem Schaltverhalten ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG 1

